PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 51. 22. September 1900. 1. Jahrgang.

INHALT.

Originalmitteilungen:
J. S. Stevens, Die Wirkung der Magnetisierung auf die Torsionselastizität von Stäben. S. 593.
C. D. Child, Über eine Dissoziationstheorie des elektrischen Flammenbogens und über die Geschwindigkeit der von ihm fortgeschleuderten Ionen. S. 593.
Referate über die Berichte des Internationalen Physikerkongresses zu Paris:
V. Bjerknes, Die hydrodynamischen Fernkräfte nach der C. A. Bjerknesschen Theorie. S. 595.
A. Witz, Die Fortschritte in der Theorie der Wärmekraftmaschinen. S. 597.
Referate:
E. Beckmann, Neue Vorrichtungen zum Färben nichtleuchtender Flammen (Spektrallampen). S. 599.
Neues Kohlenkorn-Mikrophon der A.-G. Mix & Genest, Berlin. S. 599.
Besprechungen:
W. Nernst, Theoretische Chemie. S. 600.
W. Löb, Leitfaden der praktischen Elektrochemie. S. 601.
Bütschlis Wabentheorie. S. 601.
Personalien. S. 604.
Berichtigungen. S. 604.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Die Wirkung der Magnetisierung auf die Torsionselastizität von Stäben.

Von James S. Stevens.[1])

In einer früheren Nummer dieser Zeitschrift[2]) wurden eine Reihe von Versuchen beschrieben, welche im hiesigen Laboratorium angestellt waren, um die Wirkung der Magnetisierung auf den Elastizitätsmodul der Biegung zu untersuchen. Im Folgenden soll die Wirkung auf die Torsionselastizität behandelt werden.

Bei den in Frage stehenden Versuchen wurden 3 Arten cylindrischer Stäbe benutzt: Ein Eisenstab, 183 cm lang und 0,48 cm Durchmesser; ein Stahlstab von denselben Abmessungen; und schliesslich wurde der Eisenstab auf 163 cm verkürzt. Zum Zwecke der Magnetisierung der Stäbe diente eine aus 2 Lagen von Nr. 16 Draht bestehende Wickelung mit 1612 Windungen. Die Länge der Spule betrug 132,1 cm. Das eine Ende des Stabes war fest in eine Eisenplatte verschraubt, die ihrerseits an einer massiven Wand befestigt war, während das andere Ende einen Hebelarm mit einem Gewichte trug, welches die zum Torsieren erforderliche Kraft lieferte.

Der Stab erhielt zunächst durch Auflegen von Gewichten bekannter Grösse seine Drillung; darauf wurde der Strom durch die Spule geschickt, und es konnte nun in jedem einzelnen Falle bei genügender Stromstärke ein Steigen des Gewichtes beobachtet werden. Letzteres ergab somit ein Anwachsen der Torsionselastizität.

Um die Grösse des Anwachsens der letzteren zu bestimmen, wurden zwei Methoden benutzt: Zunächst wurde ein Spiegel an dem Stabe befestigt und seine Drehung direkt mit Fernrohr und Skala gemessen; für exaktere Bestimmungen diente ein System von Zahnrädern, welches die Skalenablesungen 9,43 mal vergrösserte.

Eine ausgedehnte Reihe von Messungen, deren Ergebnisse in Tabellen eingereiht und ausgewertet wurden, führte zu folgenden Schlüssen:

1. Magnetisierung eines Eisen- oder Stahlstabes vergrössert die Torsionselastizität.
2. Der Effekt ist bei Eisen grösser als bei Stahl.
3. Das Anwachsen der Elastizität verändert sich mit der Länge des Stabes.

Physikal. Laboratorium der Universität von Maine, Orono, Maine.

(Aus dem Englischen übersetzt von H. Agricola.)

(Eingegangen 12. August 1900.)

1) Ausführlich in Physic. Review, **10**, 161, 1900.
2) Vgl. Heft **21**, 234, 1900.

Über eine Dissoziationstheorie des elektrischen Flammenbogens[1]) und über die Geschwindigkeit der von ihm fortgeschleuderten Ionen.[2])

Von C. D. Child.

Die Erscheinung, welche darauf schliessen lässt, dass es in dem Flammenbogen eine wirkliche elektromotorische Gegenkraft giebt, ist schon lange bekannt. Erst kürzlich hat Blondel[3]) vergeblich versucht, eine solche elektromotorische Gegenkraft nachzuweisen, nachdem die primäre E. M. K. enfernt war, obgleich ihm sein Apparat

1) Physic. Review, **10**, 151, 100.
2) New Yorker Versammlung der Americ. Assoc. for the Advancement of Science.
3) C. R. **125**, 164.

0.15 eines Volt angezeigt haben würde, wenn es auch nur während $\frac{1}{200}$ einer Sekunde gewirkt hätte. Überdies zeigt eine soeben von Hotchkiss veröffentlichte Untersuchung, die mit einem bereits früher beschriebenen Apparate[1]) ausgeführt wurde, dass, wenn es eine scheinbare elektromotorische Gegenkraft giebt, dieselbe viel kürzer als $\frac{1}{200}$ einer Sekunde andauert.

Diese Thatsachen machen die augenscheinliche elektromotorische Gegenkraft zu einer Erscheinung, die schwierig durch die bisher gebräuchlichen Annahmen zu erklären ist.

Die Erscheinung des Flammenbogens kann indessen durch die Annahme erklärt werden, dass der Strom im Bogen durch Ionen vermittelt wird. Der augenscheinliche Abfall des Widerstandes mit wachsendem Strome würde dem Umstande zuzuschreiben sein, dass, wenn der Strom wächst, auch der Betrag der entwickelten Hitze zunimmt; durch letztere wird eine grössere Ionisierung verursacht, und der Strom wird deshalb durch eine grössere Zahl von Ionen mit augenscheinlich geringerem Widerstande übermittelt.

Die Erklärung für das Potentialgefälle im Bogen selbst ist ähnlich jener, die Zeleny[2]) für das Potentialgefälle zwischen Platten, zwischen denen eine Entladung durch X-Strahlen hervorgerufen wird, giebt. Das Potential im Bogen wird bekanntlich durch die Gegenwart der den Strom übermittelnden Ionen definiert. Der Totaleffekt hiervon muss eine augenscheinliche elektromotorische Gegenkraft erzeugen, und es ist sogar wahrscheinlich, dass er durch eine so kleine Elektrizitätsmenge verursacht ist, dass kein Messstrom irgend welche Nachwirkung entdecken konnte.

Um indessen für den grösseren Potentialabfall an der positiven Kohle eine Bestimmung zu ermöglichen, ist die Annahme erforderlich, dass im Bogen ein Überschuss von negativen Ionen existiert, und die hieraus mit Notwendigkeit folgende weitere Annahme, dass die positiven Ionen sich mit grösserer Geschwindigkeit als die negativen in demselben Potentialgefälle bewegen. In allen Fällen von Gasentladungen, welche vorläufig untersucht worden sind, ergab sich für die negativen Ionen die grössere Geschwindigkeit, und es giebt bis jetzt noch keinen positiven Beweis, dass das Gegenteil beim Flammenbogen der Fall ist. Immerhin deuten einige Thatsachen darauf hin, dass hier die positiven Ionen thatsächlich die grössere Geschwindigkeit haben.

Eine Anzahl von Photographien, die N. H. Brown[1]) aufgenommen hat, zeigen, dass das Licht eines durch Wechselstrom erzeugten Flammenbogens schneller an der positiven Kohle wechselt als an der negativen. Das würde ganz natürlich sein, wenn die positiven Ionen, welche zweifellos die positive Lichtseite begleiten, die grössere Geschwindigkeit hätten.

Des weiteren wurden Versuche, die sich auf den Gasdruck in der Nähe des Bogens bezogen, angestellt. Zu diesem Zwecke wurden kleine Löcher durch die Kohlenstifte gebohrt, deren eines Ende möglichst nahe am Mittelpunkte des Bogens auslief, während das andere Ende mit einem empfindlichen Manometer verbunden war. Diese Methode ist dieselbe, die Prof. Chattock[2]) angewandt hat, um Geschwindigkeiten der Ionen für den Fall der Entladung zwischen einer Spitze und einer ebenen Platte zu bestimmen. Bei dem Flammenbogen war der Druck an der positiven Kohle der grössere. Dieses lässt auf einen Überschuss der negativen Ionen im Bogen und folglich auf eine grössere Geschwindigkeit der positiven Ionen schliessen.

Seitdem ich dieses Experiment gemacht habe, habe ich in Erfahrung gebracht, dass ich nur mit einem anderen Apparate eine Untersuchung Dewars[3]) wiederholt habe. In beiden Fällen waren die Resultate dieselben. Die von Dewar angegebene Erklärung war gänzlich verschieden von der hier gegebenen, ausserdem wurde von ihm kein Versuch zur Berechnung des grösseren Druckes an der positiven Kohle gemacht.

Einen vorläufigen Bericht der weiteren Arbeit habe ich der New Yorker Versammlung der American Association for the Advancement of Science vorgelegt. Diese Arbeit behandelte nicht den Flammenbogen an sich, sondern die Ionen, welche aus dem Bogen durch das elektrische Feld herausgeschleudert werden.

Die hierbei benutzte Versuchsordnung ist eine Abänderung der von Prof. J. J. Thomson[4]) zur Untersuchung eines nur von gleichnamigen Ionen erfüllten elektrischen Feldes angewendeten. Es lässt sich zeigen, dass sich bei einer Ionisationsquelle, wie sie der elektrische Flammenbogen ist (bei der ein Überfluss von Ionen beider Arten vorhanden ist), der Betrag der Entladung nach einem gesondert aufgestellten Körper durch einen von Ionen freien Raum hindurch aus der hemmenden Wirkung bestimmen lässt, welche diese Ionen im Felde erleiden. Je langsamer die Bewegung der Ionen ist, desto grösser ist die Zahl derselben, unter sonst gleichen Umständen; folglich ist die Wirkung auf das Potential um so grösser, je kleiner das Potentialgefälle an der Quelle der Ionisierung

1) Physic. Review, **8**, 152.
2) Phil. Mag. (5) **46**, 120.

1) Physic. Review, **7**, 210.
2) Phil. Mag. (5) **48**, 401.
3) Chem. News, **45**, 37.
4) Phil. Mag. (5) **47**, 265.

und je kleiner die Anzahl der aus dieser Quelle weggeschleuderten Ionen ist. Daher wird die Entladung von einer unbegrenzten Ionenquelle um so grösser sein, je grösser die Geschwindigkeit der Ionen ist.

Auf diesem Wege können wir die positiven und negativen Geschwindigkeiten in vielen Fällen vergleichen, in denen die Gleichung von Prof. Thomson nicht anwendbar ist, indem man einfach die hervorgerufene Entladung misst.

Diese Methode wurde bei der Entladung von einem Bunsenbrenner nach einer Platte geprüft. Wie erwartet, erhielt man für die negativen Ionen die grössere Geschwindigkeit, und die Abnahme der Geschwindigkeit beider, der negativen und positiven, wuchs stark, sobald sich die Ionen weiter von der Flamme wegbewegten.

Aber für den Fall der Entladung eines zwischen zwei Kohlenstiften bestehenden Flammenbogens nach einer benachbarten Platte erhielt man für die positiven Ionen eine sichtlich grössere Geschwindigkeit. Es wurde gezeigt, dass diese Thatsache weder eine Wirkung des ultravioletten Lichtes noch der Entladungsstrahlen[1]) sein konnte. Verschiedene Wege wurden zur Prüfung dieses Ergebnisses benutzt, aber immer erhielt man dasselbe Resultat.

Im Falle eines Flammenbogens zwischen zwei Metallen war die Erscheinung so unregelmässig, dass bis jetzt nichts Endgiltiges ermittelt werden konnte.

Die Untersuchung der Entladung einer Sauerstoff-Wasserstoffflamme zu einer benachbarten Platte ergab, dass, sobald die Flamme den Kohlenstift berührte, die positiven Ionen sich um ein geringes schneller als die negativen bewegten. Entfernte man den Kohlenstift, so verhielt sich die Flamme wie ein Bunsenbrenner. Traf die Flamme ein Metall, so schienen sich die negativen Ionen schneller zu bewegen. Dies kann seinen Grund darin haben, dass die Metalle schmelzen, bevor sie die Temperatur der Kohle erreichen. Die negativen Ionen bewegten sich schneller, sobald die Flamme nicht stark brannte, selbst wenn sie einen Kohlenstift traf. Dies zeigt, dass es unter gewissen Bedingungen möglich ist, dass die positiven Ionen sich schneller als die negativen bewegen, und es bildet dies eine starke Stütze für die Annahme, dass dieselbe Erscheinung beim Flammenbogen auftritt.

Ob die schnellere Bewegung der positiven Ionen in diesen Fällen der Gegenwart der Kohle in einer flüchtigen Form oder irgend einer andern Ursache zuzuschreiben ist, konnte bis jetzt nicht konstatiert werden. Die weitere Arbeit muss hierüber Auskunft geben.

Colgate Universität, 18. Juli, 1900.

(Aus dem Englischen übersetzt von H. Agricola.)

(Eingegangen 1. August 1900.)

1) Wied. Ann. **60**, 269.

REFERATE ÜBER DIE BERICHTE DES INTERNATIONALEN PHYSIKERKONGRESSES ZU PARIS.

V. Bjerknes, Die hydrodynamischen Fernkräfte nach der C. A. Bjerknesschen Theorie.

Die erste Anregung zu seinen Untersuchungen über hydrodynamische Fernkräfte empfing C. A. Bjerknes 1855/56 durch eine Vorlesung Dirichlets über partielle Differentialgleichungen, in welcher unter anderem auch das Problem einer bewegten Kugel in einer inkompressiblen reibungslosen Flüssigkeit behandelt wurde. Das zunächst paradox erscheinende Ergebnis der Rechnung, wonach die Kugel bei gleichförmiger Bewegung von der umgebenden Flüssigkeit keinen Widerstand erfährt, sondern sich gleichförmig wie im leeren Raume fortbewegt, führte ihn zu der Idee, dass es wohl möglich sein müsste, sich den ganzen Raum mit einer solchen Flüssigkeit ausgefüllt zu denken, welche die Wechselwirkung der körperlichen Teilchen vermittelt, ohne die Gültigkeit der Galilei-Newtonschen Bewegungsgesetze aufzuheben, und dass bei einer solchen Vorstellung die Annahme von unvermittelten Fernwirkungen, an der schon Euler Anstoss genommen, entbehrt werden könne. Befinden sich nämlich in der Flüssigkeit eine Anzahl fester Körper (die körperlichen Moleküle), die sich Bjerknes der Einfachheit halber meist als elastische Kugeln vorstellt, deren Durchmesser gegenüber ihren Abständen verschwinden, so werden die Schwingungsbewegungen der einzelnen Kugeln die umgebende Flüssigkeit in Mitschwingung versetzen und ihren Druck auf die anderen Kugeln modifizieren, also einen indirekten Einfluss auf die Bewegung dieser Kugeln ausüben, der von einem Beobachter, der die Flüssigkeit selbst nicht wahrnimmt, als Wirkung in die Ferne aufgefasst werden müsste. Es handelt sich also zunächst darum, die Bewegungsgesetze solcher Kugelsysteme in einer Flüssigkeit nach den Prinzipien der Hydrodynamik rein mathematisch zu untersuchen, um dann die so gewonnenen Druckkräfte mit den empirisch beobachteten „Fernwirkungen" vergleichen

zu können. Die Untersuchung zerfällt in zwei Teile: einen kinematischen und einen kinetischen, deren einer die durch die bewegten Körper bedingte Bewegung der Flüssigkeit rein geometrisch betrachtet, während der andere die bei dieser Bewegung auf die Körper ausgeübten Druckkräfte zu bestimmen hat.

Die Flüssigkeit wird als inkompressibel und wirbelfrei vorausgesetzt, besitzt also ein Geschwindigkeitspotential φ, das im Innern überall die Laplacesche Differentialgleichung $\Delta\varphi = 0$ befriedigt; an der Oberfläche der festen Körper aber muss die „lamellare Grenzbedingung" gelten, d. h. die Normalkomponenten der Geschwindigkeit auf beiden Seiten, in Körper und Flüssigkeit, müssen stetig ineinander übergehen; im Unendlichen soll die Flüssigkeit ruhen. Durch diese Bedingung ist die gesamte Geschwindigkeitsverteilung in der Flüssigkeit eindeutig bestimmt, wenn die Bewegungen der eingebetteten festen Körper selber gegeben sind. Eine sich ausdehnende oder kontrahierende Kugel erzeugt z. B. das Geschwindigkeitspotential $= \frac{E'}{4\pi r}$ in der Flüssigkeit, wenn mit E' der Differentialquotient ihres Volumens und mit r der Abstand von ihrem Mittelpunkte bezeichnet wird, und die Stromlinien sind immer geradlinige vom Mittelpunkt ausgehende Strahlen. Für eine fortschreitende Kugel dagegen ist das Geschwindigkeitspotential der Flüssigkeit proportional dem Differentialquotienten $\frac{\partial}{\partial s}\frac{1}{r}$ nach der Fortschreitungsrichtung, und man erkennt schon hier die Analogie der beiden betrachteten Felder mit denen eines elektrischen Poles und eines Elementarmagneten. Sind mehrere Kugeln in Bewegung, deren Radien klein sind gegen ihre Abstände, so erhält man eine angenäherte Darstellung des Feldes durch Superposition der von den einzelnen Kugeln erzeugten Felder, d. h. durch einfache Addition der einzelnen Geschwindigkeitspotentiale. Genauere Lösungen des Problems ergeben sich durch Entwicklung des Potentiales nach Kugelfunktionen und durch successive Korrektion. In der Umgebung einer einzelnen Kugel nimmt man zunächst den „Einfallsstrom" als gegeben an, d. h. die Bewegung der Flüssigkeit, die hier herrschen würde, wenn die Kugel selbst nicht vorhanden wäre, und bestimmt nun die durch ihr blosses Vorhandensein hervorgerufene Störung, ihren „Reaktionsstrom" und den Einfluss ihrer Bewegung, also ihr „Aktionspotential". Hier genügt es in der Regel, die Entwicklung der Potentiale mit den Gliedern zweiter Ordnung abzuschliessen, sich also zu beschränken auf die Verbindung eines „Parallelfeldes" mit einem „linearen Deformationsfelde". Wird nun aber die berechnete Störung als Korrektion eingeführt in den Einfallsstrom der übrigen Kugeln, so kann man durch Fortsetzung des Verfahrens jede gewünschte Genauigkeit erreichen.

Die Bewegung der Flüssigkeit, also das Geschwindigkeitspotential, werde nunmehr als gegeben vorausgesetzt, dann kann man den Druck an jeder Stelle, auch an den Grenzen der festen Körper berechnen, und durch Integration über eine ganze Kugeloberfläche erhält man die gesamte von der Flüssigkeit auf die Kugel wirkende Druckkraft, deren Angriffspunkt in den Mittelpunkt verlegt werden kann. Die Ausdrücke vereinfachen sich wieder durch Fortlassung der höheren Glieder, und die gefundene Druckkraft kann man nun, was für die Bjerknessche Theorie charakteristisch ist, als Resultante von zwei Kräften darstellen, welche ein verschiedenes Verhalten aufweisen und einzeln studiert werden können. Die erste mit den Komponenten

$$X_i = -q\frac{d}{dt}\left[E\left(\tfrac{1}{2}a' - \tfrac{3}{2}\alpha'\right)\right]$$

$$Y_i = -q\frac{d}{dt}\left[E\left(\tfrac{1}{2}b' - \tfrac{3}{2}\beta'\right)\right]$$

$$Z_i = -q\frac{d}{dt}\left[E\left(\tfrac{1}{2}c' - \tfrac{3}{2}\gamma'\right)\right]$$

(wo q die Dichtigkeit der Flüssigkeit, E das Volumen der Kugel, a', b', c' ihre Geschwindigkeit und α', β', γ' die der umgebenden Flüssigkeit bedeuten) hat die Form eines vollständigen Differentialquotienten und wird wegen ihrer Analogie mit der elektrischen Induktion die „Induktionskraft" genannt, während die andere, deren Komponenten X_e, Y_e, Z_e sich als Aggregate von Geschwindigkeitsprodukten darstellen, als „Energiekraft" bezeichnet wird. Eine weitere Unterscheidung in „temporäre" und „permanente" Komponenten gründet sich ebenfalls auf elektromagnetische Analogien. Bei kleinen Schwingungen, Pulsationen und Oscillationen der Kugeln, kann die „induzierte Geschwindigkeit", d. h. die durch die Induktionskraft erzeugte, zwar beliebige Werte annehmen, muss aber beständig ihre Vorzeichen wechseln, sodass die entstehenden Lageänderungen immer nur sehr klein bleiben, während die Energiekraft zwar nur kleine Geschwindigkeiten, aber dauernde Lageänderungen hervorrufen kann. Nur die letztere wird bei der Integration über die Schwingungsperiode einen nicht verschwindenden Mittelwert besitzen.

Das erste Glied der Induktionskraft

$$X_{i1} = -\tfrac{1}{2}q\frac{d}{dt}(Ea')$$

wirkt lediglich wie eine Vergrösserung der trägen Kugelmasse, die folgenden dagegen hängen von der Bewegung der übrigen Kugeln ab und können als scheinbare „Fernkräfte" aufgefasst werden.

Diese Kräfte sind nun, soweit sie sichtbare Lageveränderungen der Kugeln hervorrufen, unabhängig von der Geschwindigkeit des Angriffspunktes, genügen dem Prinzipe von Wirkung und Gegenwirkung und setzen sich nach der Parallelogrammregel zusammen. In einem solchen Systeme schwingender Kugeln würde also ein Beobachter, der weder die Flüssigkeit noch die kleinen Schwingungen selbst wahrnehmen kann, alle Sätze der klassischen Mechanik verwirklicht sehen. Ausserdem sind diese Fernkräfte für kleine Kugeldurchmesser mit grosser Annäherung den Quadraten der Abstände umgekehrt proportional und sind überhaupt den Formeln der elektromagnetischen Phänomene, soweit die Endlichkeit der Lichtgeschwindigkeit noch nicht in Betracht kommt, ganz analog gebaut in der Weise, dass immer einer pulsierenden Kugel ein elektrischer Pol, einer oscillierenden ein Elementarmagnet entspricht. Nur das Vorzeichen ist das umgekehrte: zwei gleichnamige Pole müssten sich anziehen, anstatt sich abzustossen, und umgekehrt. Eine durchführbare physikalische Hypothese zur Erklärung der elektromagnetischen Erscheinungen wird also durch die Bjerknessche Theorie vorläufig nicht gegeben, wohl aber der augenfällige Hinweis auf die Möglichkeit, Fernkräfte von der betrachteten Beschaffenheit ohne neue spezifische Annahmen über die Konstitution des Äthers auf hydrodynamischen Druck allein zurückzuführen. Eine ausführliche Darstellung dieser Theorie in mathematischer Form befindet sich in dem kürzlich erschienenen ersten Bande seiner „Vorlesungen über hydrodynamische Fernkräfte" (Leipzig 1900) von der Hand desselben Verfassers.

E. Zermelo.

(Eingegangen 10. September 1900.)

Aimé Witz, Die Fortschritte in der Theorie der Wärmekraftmaschinen. 11 Seiten.

1. Die Dampfmaschine.

Den ersten Dampfmaschinentheorien von Poncelet und de Pambour, die vor der Kenntnis der mechanischen Wärmetheorie aufgestellt wurden, lagen unzutreffende Annahmen über das Verhalten des gesättigten Wasserdampfes zu Grunde. Mit der Ausgestaltung der Thermodynamik wurden auch diese Annahmen richtig gestellt. Nunmehr kann man eine allgemeine Theorie der Dampfmaschine unterscheiden, in der man von der Einwirkung der Cylinderwandung auf den Dampf und von sonstigen Unvollkommenheiten absieht, und eine experimentelle Theorie, die den Einfluss aller Unvollkommenheiten zahlenmässig zu ermitteln sucht.

In der allgemeinen Theorie nimmt man an, dass der Dampf einen geschlossenen Kreisprozess beschreibe. Der kondensierte Dampf wird als Speisewasser in den Dampfkessel übergeführt und dort bei konstantem Volumen bis zur Kesseltemperatur erhitzt. Hierauf findet die Verdampfung und die Überführung des erzeugten Dampfes in den Cylinder unter konstantem Druck statt. Man nimmt dabei an, dass der Cylinder wärmedicht ist, dass also Wärmeverluste bei der Überführung und auch während der darauf folgenden Expansion nicht entstehen. Die Expansion, die somit adiabatisch ist, denkt man sich bis zum Kondensatordrucke fortgesetzt und hierauf den Dampf bei konstantem Kondensatordruck vollständig verflüssigt. Auf Grund der Thermodynamik und der Dampftabellen lässt sich für den so beschriebenen Kreisprozess leicht ausrechnen, wieviel Arbeit 1 kg Dampf leistet, und wieviel von der im Dampfe enthaltenen Wärme in Arbeit umgesetzt wird. Der Nutzen, den diese Rechnung nach dem Verfasser besitzt, besteht in Folgendem: sie lässt den Vorteil hoher Kesseltemperatur und niedriger Kondensatorspannung, sowie den Einfluss der Beschaffenheit des Frischdampfes auf die Wärmeausnutzung erkennen; es lassen sich ferner an ihr Berichtigungen hinsichtlich des Einflusses der unvollständigen Expansion, der Arbeit der Speisepumpe und Luftpumpe, des schädlichen Raumes, der Druckverluste u. s. w. anbringen. Der Verfasser sagt weiter: „Man kann nicht leugnen, dass diese allgemeine Theorie grosse Dienste geleistet hat und dass sie viel zum Fortschritte der Dampfmaschinen beigetragen hat. Aber man muss gestehen, dass die so erhaltenen Zahlen nicht auf grosse Genauigkeit Anspruch machen können, weil sie auf mehr oder minder zutreffende Hypothesen gegründet sind."

Diese Beurteilung der allgemeinen Theorie, d. h. der Rechnung mit dem verlustlosen Kreisprozess im wärmedichten Cylinder, dürfte nicht ganz zutreffend sein. Wie Referent kürzlich in der Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900 ausgeführt hat, darf man bei dem der Rechnung zu Grunde zu legenden Kreisprozess freilich nicht vollständige Expansion bis auf den Kondensatordruck annehmen, man muss vielmehr den Expansionsgrad, der in der jeweilig zu beurteilenden Maschine oder Maschinengattung wirklich vorhanden ist, der Rechnung zu Grunde legen. Nur dann erhält man ein zutreffendes Bild von dem Einfluss, den die Erhöhung der Kesselspannung, die Erniedrigung des Kondensatordruckes u. s. w. durch Verbesserung des Kreisprozesses auf die Wärmeausnutzung ausübt. Notwendig aber ist die Berechnung dieses Kreisprozesses, sollen die Leistungsergebnisse einer ausgeführten Maschine beurteilt werden.

Denn, vergleicht man die Arbeit, die in diesem Kreisprozess 1 kg Dampf leistet mit derjenigen, die in der ausgeführten Maschine durch 1 kg wirklich geleistet wird, so hat der Unterschied beider Werte eine von jeder Hypothese freie, fest bestimmte Bedeutung: er giebt die Grösse des Arbeitsverlustes an, der in der ausgeführten Maschine durch die Einwirkung der Wandung, durch Druckverluste, durch das Vorhandensein der schädlichen Räume und durch Undichtheiten wirklich verursacht wird. Dieser Arbeitsverlust muss aber bei jedem Leistungsversuche ermittelt werden, soll eine einwandfreie Beurteilung der Dampfmaschine möglich sein. Leider hat man freilich bisher diese Ermittelung verabsäumt.

Die Begründung der experimentellen Theorie verdanken wir Hirn, der durch seine Versuche den bedeutenden Einfluss des Wärmeaustausches mit der Wandung auf den Dampfverbrauch nachgewiesen und richtige Anschauungen darüber verbreitet hat. Nach den Gleichungen von Hirn kann auf Grund der an der Maschine erhaltenen Indikatordiagramme berechnet werden, wieviel Wärme während der Füllung, während der Expansion, Ausströmung und Kompression an die Wandung übergeht oder von der Wandung an den Dampf zurückgeleitet wird. Dabei muss allerdings eine Hypothese über den Zustand des Dampfes bei Beginn der Kompression gemacht werden. Dwelshauvers-Dery hat in seinen Wärmeaustausch-Diagrammen die Grösse des Wärmeaustausches in hübscher Weise graphisch dargestellt.

Die Behandlung der Kreisprozesse der Wärmekraftmaschinen kann in mancher Beziehung ergänzt und erleichtert werden, wenn man nach dem Vorgang von Belpaire bei der Aufzeichnung der Diagramme an Stelle der *pv*-Achsen die absolute Temperatur und die Entropie als Koordinaten einführt. Eine Reihe von Forschern hat diese Methode ausgebildet, unter ihnen Zeuner, dessen Name in einem Berichte über die Dampfmaschinentheorie überhaupt nachdrücklicher hervorgehoben werden sollte, als dies der Verfasser gethan hat.

So lassen sich denn an der ausgeführten Dampfmaschine auf Grund von Versuchen die Wärme- und Arbeitsverluste berechnen, die in ihr stattfinden. Das von der Theorie anzustrebende Ziel ist aber, diese Verluste schon im Voraus für eine neu zu entwerfende Maschine zu bestimmen. Der Hauptverlust entsteht durch den Wärmeaustausch mit der Wandung. Kirsch und nach ihm Grashof haben es in sehr schönen Arbeiten versucht, mit Hülfe des Fourierschen Koeffizienten der Wärmeleitung und der Fourierschen Reihen die Grösse des Wärmeaustausches zu berechnen. Nadal hat Formeln gegeben, um mit Rücksicht auf alle Arbeitsverluste, die in der Dampfmaschine vorkommen, den Dampfverbrauch im Voraus zu bestimmen, jedoch sind diese Formeln, wie auch Witz richtig bemerkt, noch mit Vorsicht aufzunehmen. Immerhin aber ist jeder Versuch, der in dieser Richtung gemacht wird, dankenswert.

2. Die Gasmaschine.

Mit den Ausführungen des Verfassers über die Gasmaschine kann sich Referent häufig nicht einverstanden erklären. Der Einfluss der Wandungen ist bei der Gasmaschine entschieden geringer als bei der Dampfmaschine. Dass bei der Verbrennung des Gasgemenges Dissoziation auftritt und die Verhältnisse verwickelt macht, wie der Verfasser annimmt, ist sehr unwahrscheinlich. Auch spielt die Temperatur der Wandung und die Expansionsgeschwindigkeit für die Grösse der Verbrennungsgeschwindigkeit nicht die Rolle, die ihnen von Witz zugeschrieben wird. Die Kreisprozesse der Gasmaschine unter Annahme vollständiger Expansion der Verbrennungsprodukte bis zum Atmosphärendruck zu berechnen, ist unzweckmässig, vielmehr muss man auch hier, wie bei der Dampfmaschine, immer denjenigen Expansionsgrad der Berechnung zu Grunde legen, der in der Gasmaschine wirklich vorhanden ist. Denn dann liessen sich mit Hülfe der Formeln der Thermochemie und der Thermodynamik auf Grund von Versuchen an einer ausgeführten Maschine die Arbeitsverluste durch die Einwirkung der Wandung, durch verspätete und unvollständige Verbrennung und durch Druckverluste zahlenmässig ermitteln und so die Beurteilung einer ausgeführten Gasmaschine durchführen, wie dies Referent in verschiedenen Arbeiten in der Zeitschrift des Vereines deutsch. Ingenieure 1899 und 1900 gezeigt hat. Allein ein Umstand macht bis heute die sichere Bestimmung dieser Arbeitsverluste unmöglich: wir sind über die Werte der spezifischen Wärmen bei hohen Temperaturen für das im Gasmotor befindliche Gasgemenge im Zweifel, da wahrscheinlich die hierfür von Mallard und Lechatelier gegebenen Werte nicht richtig sind (Vergl. Physikal. Zeitschr., Heft 12, S. 146, 1899). Ein bedeutender Arbeitsverlust kann durch unvollständige Verbrennung entstehen, was der Verfasser nichts erwähnt. Hinsichtlich der experimentellen Untersuchung der Gasmaschine weist er vor allem auf die Arbeiten von Slaby und Clerk hin. Schliesslich bespricht er noch den Nutzen, den das Entropiediagramm für das Studium der Gasmaschine bringen kann, aber ohne dabei zu erwähnen, dass Stodola an der Hand des Entropiediagrammes ausgezeichnete Untersuchungen über die Theorie der Gasmaschine veröffentlicht hat. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1898). E. Meyer.

(Eingegangen 4. September 1900.)

REFERATE.

Allgemeine Chemie.

Besorgt von Professor Dr. R. Abegg.

Neue Vorrichtungen zum Färben nichtleuchtender Flammen (Spektrallampen) von Ernst Beckmann. Abhandlg. d. math.-physik. Klasse d. Kgl. Sächs. Gesellsch. d. W. Bd. XXVI, No. 1. Leipzig, B. G. Teubner, 1900. Preis 2 M.

Die bisherigen einfachen Methoden der spektralen Flammenfärbungen leiden an dem Mangel, dass entweder die Färbung nicht dauernd, oder wegen der Miterhitzung grösserer Trägermaterialmengen (nasse Drahtdochte, Asbest u. s. w.) und damit bedingte Abkühlung der Flamme nicht intensiv ausfällt. An der Hand zweier Tafeln, ohne welche die Berichterstattung schwer alles einzelne der Apparate wiederzugeben vermag, teilt der Verfasser nunmehr Lampenkonstruktionen für gewöhnliche Leuchtgas- und für Knallgasgebläse-Flammen mit, welche eine sehr intensive und beliebig lang dauernde Spektralflamme mittelst der zu untersuchenden Lösungen zu erzielen gestatten. Die flachen Flammen werden durch zwei schräg nach oben gegeneinander gerichtete Gasausströmungsöffnungen erzeugt (nach dem Prinzip der Zweilochleuchtgasbrenner); die beiden Brennermündungen sind aber weit genug von einander entfernt, um zwischen sich den Zerstäubungsapparat aufnehmen zu können, dessen wesentlicher Teil ein einseitig geschlossenes poröses Porzellanröhrchen ist, welches in die zu zerstäubende Flüssigkeit eingelegt und von der offenen Seite her mittelst Druckluft gespeist wird. Letztere dringt durch die feinen Poren in äusserst kleinen Bläschen in die Flüssigkeit, welche den oberen Rand des Röhrchens gerade nicht mehr bedecken soll, und bringt so den feinen flammenfärbenden Sprühregen hervor. Während auf die sinnreichen Einzelheiten der Apparate nicht näher eingegangen werden kann, — es sei auf das Original oder auf die ausführende Firma Hugershoff, Leipzig, verwiesen — mögen noch einige interessante Beobachtungen mitgeteilt werden, die sich auf die Leichtigkeit des Luftdurchtritts durch die Porzellanporen beziehen. Es gestattete z. B. ein Röhrchen 100 cc Luft bei ca. 20° den Durchtritt

			in Sekunden
in trockenem Zustand bei	1	Atm.	4
	2	„	2.1
getränkt mit:			
Methylalkohol	1	„	26.8
Äthylalkohol	1	„	24.8
„	2	„	5.7
Amylalkohol	1	„	45
Wasser	2	„	185

Wasser erschwert also den Luftdurchtritt in einem Grade, wie er weder aus der Oberflächenspannung, noch aus der inneren Reibung verständlich ist, es scheint, als wenn eine grosse Reihe von Poren durch Wasser vollständig unpassierbar werden. Interessant ist es nun, dass man während der Funktion des Röhrchens innerhalb wässeriger Flüssigkeit stundenlang diese Wasserhemmung durch schwaches Benetzen mit Alkohol beseitigen kann, den man von innen mit der Druckluft in geringer Menge durchtreibt.

Die Intensität der Spektralwirkung bei dieser Pressluft-Zerstäubungsmethode ist so gross, dass in gewöhnlichem Trinkwasser die Calciumlinien noch mit Deutlichkeit wahrnehmbar sind.

Mitteilenswert ist ferner die Beobachtung, dass das Grünbrennen der Knallgasflammen von einer Stickoxydbildung herrührt, die von dem Stickstoff der Luft und dem in den Sauerstoffbomben enthaltenen herrührt. R. A.

(Eingegangen 27. Juni 1900.)

Elektrotechnik.

Besorgt von Prof. Dr. Th. Des Coudres.

Neues Kohlenkorn-Mikrophon der A.-G. Mix & Genest, Berlin.

Die Firma Mix & Genest hat ein neues für die Postverwaltung geeignetes, regulier- und drehbares Kohlenkörner-Mikrophon konstruiert, welches wegen seiner enormen Empfindlichkeit auch physikalisches Interesse verdient.

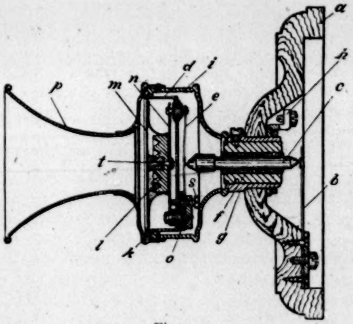

Fig. 1.

Dieses Körnermikrophon zeichnet sich besonders dadurch aus, dass es sowohl im Nahals auch Fernverkehr die Sprache gleich gut

überträgt und daher die besonderen Mikrophone für weite Entfernungen überflüssig macht.

Das charakteristische besteht darin, dass das eigentliche Mikrophon sich in einer Kapsel befindet, die nach Abnehmen des Sprechtrichters leicht auswechselbar ist. —

Die Konstruktion des ganzen Mikrophons ist aus Figur 1 ersichtlich, während Figur 2

Fig. 2.

Fig. 3.

den Sprechtrichter, Figur 3 die Mikrophonkapsel und Figur 4 den Sockel des Apparates zeigen. Figur 5 giebt eine Totalansicht. Das eigent-

Fig. 4.

liche Mikrophon besteht aus der Kapsel *d*, die vorn von einer dünnen Kohlenmembran *m* verschlossen wird. In derselben befindet sich die mit Nuten versehene Kohlenscheibe *l* an der Feder *n*. Die Kohlenplatte und die Kohlenscheibe werden durch einen aufgeklebten Stoffmantel miteinander verbunden. Der Zwischenraum ist mit schwedischen Kohlenkörnern ausgefüllt. In der Mitte der Scheibe *l* befindet sich der Tuchkreis *t*, der beim Anziehen der Schraube *s* die Schwingungen der Membrane *m* dämpft.

Die Kapsel wird durch den mit Bajonettverschluss versehenen Sprechtrichter *p* in dem Gehäuse festgehalten.

Der Strom geht von *b* über eine Kontaktfeder durch den losen Kontaktbolzen *c* zur Kontaktfeder *e*; von dort über die Feder *n* nach der Kohlenscheibe *l*; von dieser durch die Kohlenkörner nach der Membrane *m* und über die Kapsel *d* und Gehäuse *i* nach der Klemme *h*.

Die grosse Empfindlichkeit des Mikrophons rührt daher, dass sowohl Kohlenmembrane als auch die Kohlenplatte bewegungsfähig angeordnet sind.

Verwendet man zur Speisung des Mikrophons 2 Akkumulatoren (man kann sogar ohne Schädigung auf kürzere Zeit 8—10 Volt anwenden) und stellt das Mikrophon mittelst

Fig. 5.

Schraube *s* möglichst empfindlich ein, so spricht resp. tönt das in die Sekundärspule des Mikrophontransformators eingeschaltete gewöhnliche Posttelephon (oder 2 bis 3 hintereinander geschaltete) so laut, dass man das in das Mikrophon Gesprochene resp. Gesungene in einem grösseren Saal deutlich wahrnehmen kann, ohne das Telephon ans Ohr zu halten.

Aus den umfassenden Versuchen, welche die Postverwaltung im Jahre 1899 veranstaltete, ist dieses neue Kohlenkorn-Mikrophon (Tausendkilometer-Mikrophon) als Sieger hervorgegangen. Es ist bereits in mehr als 50000 Exemplaren bei der Reichspost zur Einführung gelangt. Seine Anwendung für physikalische Zwecke dürfte sich neben dem Berlinerschen Transmitter überall da empfehlen, wo es sich um möglichst grosse Empfindlichkeit handelt. — E. Ruhmer.

(Eingegangen 21. August 1900.)

BESPRECHUNGEN.

Theoretische Chemie von W. Nernst. 3. Aufl. Stuttgart, Enke. 1900. XIV u. 710 S. Preis gebunden Mk. 17.20.

Dass ein so umfangreiches Werk nach nur 1 1/2 Jahren eine Neuauflage erlebt, steht wohl ziemlich einzig da, und spricht deutlicher als jede Anerkennung für die Bedeutung und Brauchbarkeit des Buches, das wohl jedem Physiker

ebenso unentbehrlich ist, wie dem Physikochemiker. Von der vorhergehenden Auflage unterscheidet es sich naturgemäss nur wenig, doch sind alle wichtigeren Arbeiten des einschlägigen Gebietes bis zu diesem Jahre berücksichtigt worden. Zu S. 43 ist zu bemerken, dass die hier, wie seit van't Hoff allgemein, Horstmann (1881) zugeschriebene Zusammenfassung der Gasgesetze mit dem Avogadroschen Gesetz in der Formel $pv = \frac{22.4}{273} T$ bereits 1867 von C. M. Guldberg (s. Ostw. Klassiker 104. S. 173) gegeben worden ist.

Die weite Verbreitung, die sich das bewährte Werk verschafft hat, ist zugleich ein erfreuliches Zeichen für das allgemeine Emporblühen physikalisch-chemischen Interesses, an dessen Förderung das Buch keinen geringen Anteil hat. R. A.

Leitfaden der praktischen Elektrochemie von W. Löb. Leipzig, Veit & Co. 1899. VIII u. 244 S. Preis gebunden Mk. 6.—.

Das Buch bringt eine Zusammenstellung der für den Elektrochemiker wichtigen und auch unwichtigen Arbeitsmethoden und ist bei seiner weitgehenden Anlehnung an die Originalarbeiten im allgemeinen zuverlässig; nicht immer jedoch gilt dies, wo der Verfasser sich selbständig zu machen sucht: so liest man in dem Abschnitt über die Theorie der elektromotorischen Kräfte — als Kuriosum sei erwähnt, dass hierin der Name Nernst nicht vorkommt! — dass die geringe elektromotorische Kraft der Flüssigkeitsketten nicht genüge, um einen Konzentrationsausgleich herbeizuführen. Bei Behandlung der Polarisation wird durchweg von einem Minimum statt von einem Maximum der Polarisation gesprochen; aus der elektrometrischen Methode zur Messung von Dielektrizitätskonstanten wird eine „elektromotorische"; und so merkt man noch vielfach, dass der Verfasser in dem mehr theoretisch-physikalischen Teil nicht zu Hause ist, und den Mangel an eigener Beherrschung des Gegenstandes durch getreue Wiedergabe der Originalarbeiten zu ersetzen sucht. So sind denn auch manche Kapitel und Messmethoden aufgenommen worden, die in einem „Leitfaden der praktischen Elektrochemie" überflüssig sind, resp. durch bessere zu ersetzen wären. Dies gilt vorwiegend für die zweite Hälfte des Buches, während die erste, enthaltend die elektrochemischen Methoden im engeren Sinne, insbesondere die präparativen Arbeiten, keinen derartigen Einwendungen unterliegt. R. A.

Bütschlis Wabentheorie

ins Besondere:

I. „Untersuchungen über Mikrostrukturen des erstarrten Schwefels, nebst Bemerkungen über Sublimation, Überschmelzung und Übersättigung des Schwefels und einiger anderer Körper". Mit 6 Abbildungen im Text und 4 Tafeln. Leipzig, W. Engelmann. 1900. 4°. IV u. 96 S. Preis Mk. 11.—.

II. Untersuchungen über die Mikrostruktur und über die künstlichen und natürlichen Kieselsäuregallerten (Tabaschir, Hydrophan Opal)" in Verhandl. des Naturhistorisch-medizinischen Vereins zu Heidelberg N. F. VI. Band 1900. S. 287—348 Taf. V—VIII.

Wer die beiden Abhandlungen liest, wird, sofern ihm der Name „Bütschli" nicht schon bekannt ist, kaum einen Zoologen als Verfasser vermuten — und doch ist Bütschli auf sehr natürliche Weise zu diesem, auf den ersten Anblick der Zoologie so fern abliegenden Gebiete hinübergeführt worden; und auch jetzt sind es in letzter Instanz immer noch biologische Probleme, die ihn zu den Studien der anorganischen Mikrophysik hinüber zwingen.

Als Bahnbrecher ersten Ranges hat sich Bütschli in früheren Jahren neben anderen Arbeiten, hauptsächlich mit dem Studium der einzelligen „Protozoen" befasst. Seine Bearbeitung dieser Tiergruppe in Bronns Klassen und Ordnungen (3 Bde. mit 2035 S. u. 97 Tafeln, Leipzig 1880—89) hatte ihn zur Überzeugung geführt, dass dem Protoplasma (d. i. die lebende Eiweisssubstanz der Zellen) eine schaumige Struktur zukäme, d. h. dass es aus zwei nicht unbegrenzt mischbaren Substanzen verschiedener Konsistenz zusammengesetzt sei, von denen die eine, die er Hyaloplasma nennt, wie die Wandsubstanz eines Schaumes angeordnet sei, während die andere, dünnflüssigere, das Enchylema, in Form kleinster polyedrischer Tröpfchen, den eingeschlossenen Gasblasen eines Schaumes entsprechend, zwischen den Hyaloplasmawänden eingeschlossen sei. Da die eingeschlossene Substanz nicht wie bei einem Schaume eine Gasart, sondern gleichfalls eine Flüssigkeit darstellt, wählt Bütschli für die angegebene Komposition den Ausdruck „Wabenstruktur" (hergeleitet von der Ähnlichkeit mit Bienenwaben). Die Wabenstruktur des Protoplasmas, die in den letzten zehn Jahren in der biologischen Litteratur unter reichlichem Wechsel von Zustimmung und Ablehnung sehr lebhaft diskutiert worden ist, führt Bütschli im Anklang an frühere Deduktionen Bertholds auf Entmischungsvorgänge zurück, die sich in dem

lebenden Protoplasma fort und fort abspielen. Berthold war für einen emulsiven Charakter des Protoplasmas eingetreten, Bütschli lässt die emulsionierten Enchylematröpfchen so dicht in der Grundmasse gelagert sein, dass sie sich gegenseitig unter starker Vergrösserung ihrer beiderseitigen Berührungsflächen einander abplatten und dadurch zu den Polyedern des Wabenwerks werden. Die Erkenntnis der Waben ist wegen ihrer Kleinheit sehr schwierig und nur mit den allerbesten Beleuchtungsmitteln und den beststärksten optischen Systemen überhaupt erreichbar, der Durchmesser einer Wabenzelle beträgt nämlich nur ganz selten über 1 μ, meist bleibt er darunter. Dazu kommt noch, dass sich die Verhältnisse meist nur auf äusserst feinen Schnitten (Schnittdicke nur wenige ca. 3—5 μ) studieren lassen, also an abgetötetem Material, bei welchem die bei der Abtötung sich abspielenden Gerinnungsvorgänge die ursprüngliche Wabenstruktur sehr oft in eine fädige oder netzmaschenförmige Struktur durch Zusammenreissen der Wabenwände umgewandelt haben.

Es geht hieraus hervor, dass es schwer sein wird, die Wabenstruktur bei einer genügend grossen Zahl von Zellen auch bei ausreichendem Instrumentarium festzustellen, um die Allgemeinheit der Wabenstruktur des Protoplasmas behaupten zu können, denn nur ganz wenige Zellen lassen sich lebend unter den notwendigen starken Vergrösserungen, die so sehr dünne Schichten der lebenden Substanz verlangen, direkt beobachten und alles „abgetötete" Protoplasma ist kein Protoplasma mehr. Wie trügerisch es ist, aus den Leichenzügen der Protoplasmastruktur auf das Aussehen der ursprünglichen Strukturbeschaffenheit zu schliessen, hat unlängst Alfred Fischer eingehend nachgewiesen. Es ist aber sehr charakteristisch, dass fasst alle neueren Protozoenforscher, voran F. Schaudinn (neben Bütschli einer der erfolgreichsten Protozoenkenner) für den wabigen Bau des Protozoenprotoplasmas bedingungslos eingetreten sind, weil gerade die Protozoen, welche als einzelne Zellen frei leben und bei ihrer Kleinheit dem Beleuchtungslicht den notwendigen Durchgang gestatten, sich am leichtesten ohne weitere Eingriffe beobachten lassen; und es ist anderseits nicht zu verwundern, dass die Wabentheorie Bütschlis von seiten derjenigen Histologen die meiste Gegnerschaft zu erdulden hat, die sich mit dem Zellenbau der Metazoen (d. i. der höheren, vielzelligen Tiere) beschäftigen, weil diese Forscher aus leicht ersichtlichen Gründen zumeist auf konserviertes Material angewiesen sind.

Neben dieser Anerkennung der Wabentheorie auf dem am leichtesten kontrollierbarem Gebiete der Protozoenbeobachtung spricht aber noch ein bedeutsames Argument für die Wahrscheinlichkeit dieser Theorie, nämlich die Thatsache, dass sich bis jetzt schon eine ganze Reihe von Lebenserscheinungen der Zelle mit Hülfe dieser Theorie rein mechanisch hat erklären lassen,[1]) während keine andere der über die elementare Mikrostruktur des Protoplasmas von anderen Biologen aufgestellten Theorien entfernt ähnliches geleistet hat. So hat Bütschli künstliche wabige Emulsionen konstruiert, die mehrere Tage ganz wie einzellige Amoeben unter fliessenden Bewegungen herumkrochen; die Protoplasmastrahlungen, welche innerhalb der Zellen während der Zellteilungen aufzutreten vermögen, sowie die Spindelfiguren, die sich gleichzeitig zwischen zwei Strahlungcentren innerhalb der Zellen ausbilden, konnten von ihm mit Hülfe künstlich hergestellter Emulsionen oder durch Entmischungsvorgänge in zähflüssigen Kolloiden mit frappierender Treue in ganz gleichen Grössenverhältnissen kopiert werden u. dergl. mehr.

Mit seltener Energie und Arbeitskraft, unbekümmert darum, ob seine Fachgenossen seine Arbeiten für „Zoologisch" halten oder nicht, hat es nun Bütschli in den letzten Jahren unternommen, den weiteren Nachweis zu erbringen, dass die Wabenstruktur, die er für das Protoplasma proklamiert hat, garnicht etwas besonderes darstellt, was dem Protoplasma oder absichtlich hergestellten wabigen Emulsionen allein eigentümlich sei, sondern dass es sich hier um eine auch bei den Anorganismen ungemein weit verbreitete mikrostrukturelle Zustandsform an sich ganz verschiedenartiger Materien handelt. Auf das anorganische Gebiet wurde Bütschli dadurch übergeführt, dass er bereits in seinem Buche „Untersuchungen über mikroskopische Schäume und das Protoplasma" Leipzig 1892 die leblosen Abscheidungsprodukte der Anorganismen gleichfalls wabig strukturiert auffand. Diese leblosen Abscheidungsprodukte, z. B. verschiedene Gummiarten, Cellulose, Stärke in verschiedenen Modifikationen, verschiedene tierische Gallerten, Hornsubstanz, Knorpelmasse, und Chitin, das bekanntlich den Panzer der Krebse und Insekten aufbaut, wurden zum Gegenstand eines 1898 erschienenen besonderen Werkes[2]) gemacht und hier schon wurden ge-

---

1) Man findet eine Zusammenstellung der bis jetzt aufgefundenen Übereinstimmungen zwischen protoplasmatischen Zuständen der lebenden Zelle und der mechanischen Leistungsfähigkeit künstlicher wabiger Emulsionen in meinem Referat „Allgemeine Zellmechanik" in „Merkel und Bonnet: Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte". VIII. Band 1898. Wiesbaden 1899. S. 558—559, 561, 576 u. a. m.

2) O. Bütschli: „Untersuchungen über Strukturen, insbesondere über Strukturen nichtzelliger Erzeugnisse des Organismus und über ihre Beziehungen zu den Strukturen, welche ausserhalb des Organismus entstehen." Leipzig 1898. 411 S. 99 Textfiguren und einen Atlas von 26 Tafeln Mikrophotographien und 1 lithographierten Tafel.

legentlich ausserhalb des Organismus entstehende Substanzen auf ihre Mikrostruktur hin zum Vergleiche geprüft und die weite Verbreitung des Wabenbaues festgestellt. Der Schritt ins Gebiet des Anorganischen, auf welchem wir Bütschli in seinen in der Überschrift genannten Abhandlungen antreffen, war somit gethan.

1. „Wenn man ein so einfaches Element (Schwefel) unter relativ geringfügigen äusseren Veranlassungen sich in die verschiedenartigsten Modifikationen verwandeln sieht, so gewinnt der Biologe eine Ahnung davon, mit welch überaus grossen Schwierigkeiten jedes tiefere Eindringen in die Vorgänge des lebenden Organismus verbunden sein muss, wo eine Menge hochkomplizierter und vermutlich höchst wandelbarer Verbindungen gemeinsam thätig sind. Gerade dieses Gefühl der Schwäche gegenüber den Schwierigkeiten, welche uns der Organismus bietet, wird jedoch anderseits die Überzeugung erwecken und befestigen, dass irgend eine begründete Ansicht, tiefer in die Geheimnisse des Organismus einzudringen, zur Voraussetzung haben muss, dass die molekular-physikalischen Erscheinungen anorganischer und organischer Körper genauer und tiefer ergründet werden, als dies seither der Fall war. Wenn Vorgänge, wie Quellung und Gerinnung, zahlreiche Erscheinungen der Kapillarität und der Oberflächenspannung noch sehr wenig bekannt sind, und auch von den Physikern im allgemeinen wenig behandelt werden, da sie für die hervorragenden physikalischen Zeitprobleme keine besondere Beachtung verdienen, so ist begreiflich, dass das tiefere Verständnis auch einfachster Lebensvorgänge auf die grössten Schwierigkeiten stossen muss."

Diese einleitenden Worte Bütschlis zeigen, wie Bütschli seine Untersuchungen auf dem anorganischen Gebiet aufgefasst haben will.

I.

Bei seinen Strukturstudien über den Schwefel ist Bütschli auf folgende fünf Modifikationen desselben gestossen:

1. feinste überschmolzene Tröpfchen, die sich sehr lange (nachweislich bis jetzt $1^1/_2$ Jahre) flüssig erhalten können. Sie sind früher von Vogelsang u. A. irrtümlicher Weise als amorph erstarrte Schwefelglobuliten angesprochen worden. 2. schwach polarisierende Modifikation. 3. erste (prismatische) monokline Modifikation. 4. zweite monokline Modifikation. 5. rhombische Modifikation. Die verschiedenen Modifikationen wurden entweder durch Sublimation oder durch Schmelzung und darauf folgende Erstarrung (unter Abkühlung) gewöhnlichen rhombischen Schwefels erhalten. Die näheren Bedingungen, unter welchen die eine oder die andere Art entstand, will ich versuchen in einer Tabelle kurz zusammenzustellen:

Auf 58° erhitzter Schwefel sublimiert

- Nach längerer Dauer der Sublimation in
  1. Pyramiden der rhombischen Modifikation
  oder
  2. Kryställchen der {ersten oder zweiten} monoklinen Modifikation,
- bei kürzerer Dauer der Sublimation, in Form feinster überschmolzener Tröpfchen, die sich vor Verdunstung geschützt, sehr lang (bis $1^1/_2$ Jahre beobachtet) flüssig erhalten können, und in Wasser und in Glycerin etwas löslich sind. Diese Tröpfchen erstarren über kurz oder lang durch Druck oder spontan oder durch Berührung mit anderen Schwefelkryställchen zu doppelt brechenden Sphärokrystallen
  1. der zweiten monoklinen Modifikation oder
  2. der schwach polarisierenden Modifikation.

Geschmolzener Schwefel. (NB. Dünne Schicht zwischen Deckglas und Objektträger) erstarrt bei Abkühlung in

1. schön ausgebildeten Sphärokrystallen der schwach polarisierenden Modifikation. (NB. Bei raschem Abkühlen; Eintauchen in kaltes Wasser)
oder
2. Krystallskeletten und Sphärokrystallen der rhombischen Modifikation
oder
3. Krystallaggregaten der ersten monoklinen Modifikation (zweite Modifikation nicht sicher nachgewiesen).

Die schwach polarisierende Modifikation (Sublimation 2. und Schmelze 1.) wandelt sich um

- Indirekt zuweilen spontan stets bei 50° zunächst in (stärker polarisierende) Kryställchen der ersten monoklin. Modifikation, dann sehr rasch oder auch langsamer in die rhombische Modifikation
- oder
- Direkt in die rhombische Modifikation, (wenn sie mit rhombischer Modifikation in Berührung gebracht wird). – Die rhombische Modifikation wandelt sich um bei 95° in erste monokline Modifikation.

Mikrostruktur. Die Sphärokrystalle der zweiten monoklinen Modifikation lassen eine feinwabige Struktur erkennen. Die Wabenwände können dabei entweder nach ~~dem~~ Zentrum strahlig angeordnet sein, oder eine konzentrische Schichtung hervorrufen; auch finden sich Übergänge zwischen diesen beiden Strukturtypen.

Die schwach polarisierende Modifikation lässt häufig sehr gut eine feinwabige Struktur erkennen, bei welcher die Waben entweder strahlig angeordnet sind, oder eine konzentrische Schichtung der Sphärokrystalle zu Wege bringen. Daneben finden sich radiäre oder konzentrische Sprungbildungen, die in Wabenreihen auslaufen.

Rhombische Modifikation. Meist schön wabig mit Schichtungen parallel den Krystallflächen und konzentrischen und radiären Sprungbildungen. Manchmal homogen, doch in solchen Fällen sehr wahrscheinlich die Wabenstruktur nur zu fein, um wahrgenommen werden zu können, da oft deutlich wabige Partien in homogene successive übergehen.

Wie sich erwarten liess, sind die Strukturbilder der verschiedenen Modifikationen nicht ganz gleich, zwar sind überall, wo die Untersuchung ungehindert stattfinden konnte, Waben vorhanden, d. h. von einer stärker brechenden Substanz umschlossene Teilchen einer weniger brechenden Substanz. Die Wände derselben ordnen sich aber in verschiedener Weise an, bald gruppieren sie sich durch Streckung zu gradlinigen oder auf einen Punkt hin radiär gerichteten Reihen an, oder sie stellen ihre Wände derart, dass sie in konzentrische Kugelschalen einen gemeinsamen Mittelpunkt schichtweise umschliessen u. dergl. m. Im Übrigen sind hier beim *S* — bei anderen Körpern ist das nach Bütschlis früheren Untersuchungen nicht immer der Fall — offenbar die Waben ein und desselben *S*-Körpers im ganzen von annähernd gleicher Grösse. Das lässt sich aus den der Arbeit beigegebenen Mikrophotographien schliessen.

Es ist nämlich ein ungemein grosser Vorzug der Bütschlischen Struktur-Arbeiten, dass sie stets die Belege zu dem Gesagten in meisterhaft ausgeführten Photographien bringen, so dass sich, wie das sonst in ähnlichen Dingen so häufig der Fall ist, keinerlei persönliche Interpretation in die Herstelluug der Tafeln unbewusst einschleichen kann. Die Vergrösserungen gehen dabei bis zu 2900 mal (Zeisssche Apochromate).

Zum Schluss mag noch folgendes aus der Arbeit angeführt werden: Die Beobachtungen machen es wahrscheinlich, dass bei den Umwandlungsprozessen des *S* eine vorübergehende Verflüssigung desselben eintritt.

„Beim Erstarren in der ersten monoklinen Modifikation kann man verfolgen, dass auf den Grenzen der entstandenen Kryställchen eine minimal dünne Zwischenschicht einer mehr gelben Modifikation sich findet, die auch länger flüssig bleibt, und in der gewöhnlich Gasblasen auftreten. Anteile dieser Modifikation finden sich auch sehr häufig als Einschlüsse in den Krystallen der ersten monoklinen Modifikation und auch hier sehr gewöhnlich mit Gasbläschen. Diese Erscheinungen werden durch ähnliche an Präparaten geschmolzener und hierauf erstarrter Pikrinsäure unterstützt. Es ist möglich, dass diese Erfahrungen einen Fingerzeig für die Erklärung des Entstehens der wabigen Struktur aus dem Schmelzfluss geben können".

II.

In dem oben zitierten Werk von 1898 hatte Bütschli für eine Anzahl kolloidaler quellbarer organischer Körper (Gelatine, geronnenes Eiweiss, Gummi, Cellulose, Agar-Agar, Stärke) eine sehr feinwabige Struktur nachgewiesen und in den Mikrophotographien vorgeführt; gleichzeitig wurde auch der sog. Tabaschir, eine natürlich vorkommende Kieselsäuregel[1]), die sich in den Internodialhöhlen älterer Halme von Bambusa arundinacea findet, untersucht und mit der aus Wasserlösungen kollodialer Kieselsäure abgeschiedener Kieselgallerte verglichen. Es ergab sich, dass auch diese Substanzen wabig gebaut sind, d. h., dass die eingetrockneten Kieselsäuregel von einer Unzahl dichtest gedrängter, feiner Hohlräumchen durchsetzt sind, die im trockenen Zustand Luft enthalten, dagegen beim Eintauchen in adhärierende Flüssigkeiten von diesen erfüllt werden, unter Verdrängung der Luft.

Es lag nahe, auch die natürlich vorkommenden Kieselgallerten einer vergleichenden Prüfung zu unterziehen; so behandelt die vorliegende Arbeit ausser künstlich hergestellter Kieselgel und dem Tabaschir auch noch Hydrophan und den gewöhnlichen und edlen Opal. (Schluss folgt.)

1) Als „Gel" bezeichnet Graham den Gallertzustand kolloidaler Körper.

Personalien.

Der Professor für höhere Mathematik an der Bergakademie zu Berlin, F. Kötter wurde auf die neuerrichtete Professur für technische Mechanik an der Technischen Hochschule daselbst berufen.

Der Assistent am physikalischen Institute zu Tübingen, K. Stöckl wurde zum Adjunkten an der kgl. meteorologischen Centralstation in München ernannt.

Berichtigungen.

In dem Referate über „G. Gouy, Über die Etalons der elektromotorischen Kraft", Heft 48, Seite 547, sind infolge Verspätung eines Korrekturbogens mehrere entstellende Fehler stehen geblieben. Spalte 1, Zeile 13 ist statt „Anna." „Assoc."; Zeile 14 statt „Latimer, Clark" „L. Clark"; Zeile 23 statt „Trogman" „Twyman"; Zeile 27 statt „Cachart" „Carhart" zu lesen.

Desgleichen ist in dem Referate über „Th. Schwedoff, Die Starrheit der Flüssigkeiten", Heft 48, Seite 553, Spalte I, Zeile 40 statt „b" „f"; Spalte II, Zeile 5 in der Formel V statt „$\left(E - \frac{\beta}{r} f\right)$" „$\left(E + \frac{\beta}{r} f\right)$"; in den Formeln Zeile 10, 12, 15 statt „ε" „E" zu lesen.

Im Vorlesungsverzeichnis des vorigen Heftes ist unter Göttingen zu verbessern: Wiechert, Geodäsie, 4, Geophysikalisches Praktikum, *g*. — Abraham, Analytische Mechanik, 3.

Für die Redaktion verantwortlich Dr. H. Th. Simon in Frankfurt a. M. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.